

# 电网公开数据与仿真

张天野

2019 年 5 月 12 日

## 1 公开数据集

### 1.1 数据集总结

#### 1.1.1 Small Transmission System

小规模电网数据集是目前电网论文中最常用的，公开的小规模电网数据集共有十余个，网络规模从 4 节点至 300 节点不等。其中包含了所有 IEEE 公开数据集 (IEEE-14,24,30,57,118,145,300)。

#### 1.1.2 Synthetic Datasets

目前也有十余个人工生成的电网数据集，他们在功能与数值上都与真实电网相似，但不包含任何真实电网设置与设备的信息。人工合成的电网数据规模都较大，从 200 节点到 82K 节点不等，其中比较大的几个数据集的网络规模分别是，10K、25K、70K、82K 节点。使用这些数据集需要引用文献 [2]。

#### 1.1.3 European System

有工作将欧洲输电网络中的部分结构抽取出来，形成了 5 个规模较大的电网数据集，网络规模从 89 节点到 13,659 节点不等。使用这些数据集需要引用文献 [7, 5]。

此外，Nesta [3] 整理了几乎所有的电网公开数据集的来源与出处，需要时可直接在该文章中寻找需要的数据集。

### 1.2 数据内容

这些公开数据集的数据内容与电科院数据基本一致，包括：母线数据、发电机数据、边数据，但是缺少了负荷数据。

#### 1.2.1 网络结构

这里展示 IEEE-300(300 节点) 和 ACTIVSg500(500 节点) 数据集的网络结构。图中仅展示母线之间的链接关系，没有发电机、负荷等。

## 2 潮流仿真

在公开数据集上进行潮流仿真计算通常使用 MATLAB 中的 MATPOWER 包。

潮流的输出结果包括：是否收敛、迭代步数、计算时间、母线的电压、发电机/负荷的有功无功、边两侧的有功无功。

计算时可以修改的内容包括：求解方法、最大迭代步数、元件参数。

### 3 暂稳仿真

计算暂稳可用 simulink 软件。

## 4 与拓扑有关的研究问题

综述 [10] 总结了使用复杂图分析方法分析电网的一部分常用度量与研究问题。下面具体介绍一些已有的研究方向。

### 4.1 结构异常 (Structural Anomaly).

[8, 4] 通过图的度量方法，例如度数等，分析电网拓扑结构中存在的异常连接关系。文中使了 NESTA 中的若干数据集，见下图（仅使用拓扑数据）。

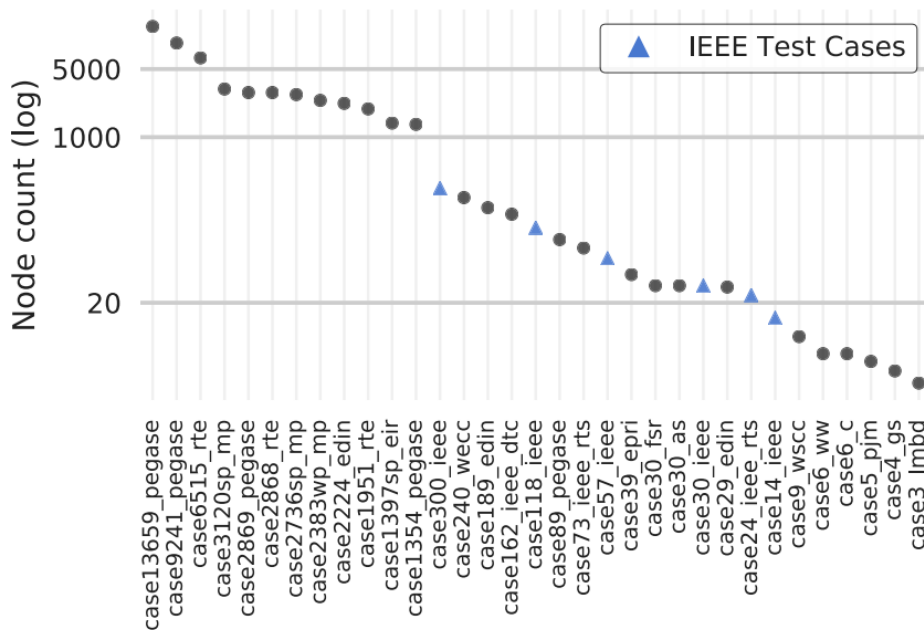


图 1: 拓扑异常分析使用的数据集。

### 4.2 鲁棒性 (Resilience/Robustness)

鲁棒性主要研究在随机或根据特定条件选择电网中的节点、边施加故障或将其去除后，电网产生以及运输电力的能力变化。可以选择只去除某些节点 [12]、某些边 [11] 或同时去除节点和边 [9]。

常用的分析手段包括：(1) 通过度量节点的连接度，计算去除个别节点/边后的连接度损失 [1]；(2) 通过度量节点的度数分布，集合其概率密度分布推导去除节点数量占比的上限，保证在去除节点后的网络不会分离成为若干不相邻子网络 [13]；等等。研究该方向的工作共有几十篇，这里不一一列出，就目前看到的而言，仍然都是利用图的度量方法进行分析，并且仅用到了拓扑数据。

### 4.3 划分 (Partition)

对电网进行划分的好处在于，可以将原有问题（例如，潮流仿真计算）分解到几个划分后的子系统，从而并行、分块解决问题，提高计算效率。[6] 使用谱聚类对电网进行划分，邻接矩阵使用导纳阵，提高了潮流计算的效率。这类问题仅需到了拓扑数据与计算邻接矩阵所必要的数据，但需要方法验证划分结果的好坏。

## 参考文献

- [1] Réka Albert, István Albert, and Gary L Nakarado. Structural vulnerability of the north american power grid. *Physical review E*, 69(2):025103, 2004.
- [2] Adam B Birchfield, Ti Xu, Kathleen M Gegner, Komal S Shetye, and Thomas J Overbye. Grid structural characteristics as validation criteria for synthetic networks. *IEEE Transactions on power systems*, 32(4):3258–3265, 2017.
- [3] Carleton Coffrin, Dan Gordon, and Paul Scott. Nesta, the nicta energy system test case archive. *arXiv preprint arXiv:1411.0359*, 2014.
- [4] Paul Cuffe. Assortativity anomalies in a large test system. *IEEE Transactions on Power Systems*, 31(5):4169–4170, 2016.
- [5] Stéphane Fliscounakis, Patrick Panciatici, Florin Capitanescu, and Louis Wehenkel. Contingency ranking with respect to overloads in very large power systems taking into account uncertainty, preventive, and corrective actions. *IEEE Transactions on Power Systems*, 28(4):4909–4917, 2013.
- [6] J. Guo, G. Hug, and O. K. Tonguz. Intelligent partitioning in distributed optimization of electric power systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 7(3):1249–1258, May 2016.
- [7] Cédric Josz, Stéphane Fliscounakis, Jean Maeght, and Patrick Panciatici. Ac power flow data in matpower and qcqp format: itesla, rte snapshots, and pegase. *arXiv preprint arXiv:1603.01533*, 2016.
- [8] Jonas A Kersulis, Ian A Hiskens, Carleton Coffrin, and Daniel K Molzahn. Topological graph metrics for detecting grid anomalies and improving algorithms. In *2018 Power Systems Computation Conference (PSCC)*, pages 1–7. IEEE, 2018.
- [9] G. A. Pagani and M. Aiello. Towards decentralization: A topological investigation of the medium and low voltage grids. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(3):538–547, Sep. 2011.
- [10] Giuliano Andrea Pagani and Marco Aiello. The power grid as a complex network: a survey. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 392(11):2688–2700, 2013.
- [11] S. Pahwa, A. Hodges, C. Scoglio, and S. Wood. Topological analysis of the power grid and mitigation strategies against cascading failures. In *2010 IEEE International Systems Conference*, pages 272–276, April 2010.
- [12] Marti Rosas-Casals, Sergi Valverde, and Ricard V Solé. Topological vulnerability of the european power grid under errors and attacks. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 17(07):2465–2475, 2007.
- [13] Z. Wang, A. Scaglione, and R. J. Thomas. The node degree distribution in power grid and its topology robustness under random and selective node removals. In *2010 IEEE International Conference on Communications Workshops*, pages 1–5, May 2010.